

Influencia de distintos tipos de fondo en el preengorde del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858

A. Rodiles¹, M. Herrera², I. Hachero², M. Rosano², J. R. Ferrer², J. M. Márquez² y J. I. Navas¹

¹ IFAPA (Instituto de Formación Agraria y Pesquera de Andalucía) Agua del Pino. Junta de Andalucía. Carretera Punta Umbría-Cartaya. E-21450 Cartaya (Huelva), España. Correo electrónico: arodiles@yahoo.com

² EPDAP (Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero). IFAPA Agua del Pino. Carretera Punta Umbría-Cartaya. E-21450 Cartaya (Huelva), España.

Recibido en octubre de 2005. Aceptado en noviembre de 2005.

RESUMEN

La falta de homogeneidad en la coloración de los peces puede afectar a su valor comercial. En este trabajo se ha comparado el crecimiento, la supervivencia y la pigmentación de ejemplares de lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 durante el preengorde en tanques con tres tipos de fondos. El experimento tuvo una duración de 5 meses. El tamaño inicial de los individuos era $4,93 \pm 0,75$ cm y $1,91 \pm 0,68$ g, y al final de la experiencia no se encontraron diferencias significativas entre las tallas y los pesos de los ejemplares de los distintos tanques. Se detectaron varios patrones de pigmentación en los especímenes correspondientes a los fondos arenoso y blanco, pero solo uno en los de los tanques de fondo gris. La supervivencia en el fondo de arena fue la menor de todas ($p < 0,01$), probablemente atribuible a patologías asociadas al difícil mantenimiento del lecho arenoso.

Palabras clave: *Solea senegalensis*, peces planos, juvenil, pigmentación, sustrato.

ABSTRACT

Influence of different bottom types on the Senegal sole Solea senegalensis Kaup, 1858 on-growing

Fish coloration may affect its market value. The present paper compares growth, survival rate and pigmentation during the on-growing of Senegal sole *Solea senegalensis* Kaup, 1858 on three different bottoms. This experiment lasted five months, and at the beginning fish were 4.93 ± 0.75 cm (length) and 1.91 ± 0.68 g (weight). No significant differences were found for final length and weight between different bottoms. Several pigmentation patterns were found on the sand and white bottoms, but one single pattern appeared in the dark bottom tanks. The survival rate on the sand bottom was significantly less than others, probably due to pathologies stemming from the difficult maintenance of the sand bed.

Keywords: *Solea senegalensis*, flat fish, juveniles, pigmentation, substratum.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los problemas asociados a la pigmentación en juveniles es relativamente

común en el cultivo del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Soares, Engrola y Dinis, 2002). El estudio de la pigmentación es interesante desde el punto de vista de la producción

acuícola, ya que los individuos mal pigmentados carecen de valor comercial. Por otro lado, la optimización del preengorde es necesaria para determinar las condiciones idóneas del cultivo a escala industrial (Dinis *et al.*, 1999).

Los patrones de pigmentación de los peces planos pueden cambiar rápidamente en respuesta a las condiciones de zootecnia, y lentamente a lo largo de su ontogenia. La habilidad de los peces planos para ajustar su coloración en función del sustrato es bien conocida. Dicha capacidad se basa en variaciones de los melanóforos mediadas por neurotransmisores (Ramachandran *et al.*, 1996; Iwata y Kikuchi, 1998; Healey, 1999).

Varios autores han estudiado el efecto del tipo de fondo en el cultivo de peces planos (Jeon *et al.*, 1992; Ottensen y Strand, 1996; Ramachandran *et al.*, 1996; Iwata y Kikuchi, 1998; Healey, 1999; Soares, Engrola y Dinis, 2002; Ruane, Soares y Dinis, 2004). Actualmente son varias las investigaciones publicadas sobre la influencia del tipo de fondo en la respuesta al estrés (Ruane *et al.*, 2005).

Las diferencias en la coloración no se consideran anomalías, aunque pueden estar relacionadas con factores zootécnicos del cultivo asociados con el mimetismo, como el color del fondo, la intensidad lumínica y la alimentación (Bolker y Hill, 2000). El objetivo de este trabajo es estudiar la pigmentación, supervivencia y crecimiento del lenguado senegalés según las condiciones del fondo de cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó por triplicado con tres tipos de fondo: blanco, gris oscuro y arena. La altura de arena fue de 1,5 cm. Se utilizaron tanques rectangulares de polipropileno con una superficie de 0,2 m² y 40 l de capacidad. El agua suministrada era filtrada a 1 micra y esterilizada con radiación ultravioleta (menor que 30 mJ/cm²). La renovación del agua fue del 100 % cada dos horas (0,3-0,4 l/min). La temperatura y el oxígeno disuelto se registraron a diario, manteniéndose en 17,5 ± 1,7 °C y 7,1 ± 0,6 mg/l, respectivamente. El fotoperiodo fue natural y la intensidad lumínica osciló entre 13 y 17 lux.

El peso inicial de los individuos fue de 1,91 ± 0,68 g y la longitud de 4,93 ± 0,75 cm. En el inicio del experimento la pigmentación fue la misma en todos los ejemplares. El número de individuos fue de 100 especímenes por tanque (1 kg/m²). La alimentación se componía de pienso GemmaTM 1,8 suministrado ad libitum mediante comederos de cinta deslizante de 24 horas.

A diario se sifonaba y se retiraban las bajas de todos los tanques; en el caso del fondo arenoso se retiraba el pienso sobrante de su superficie y se removía la arena.

El experimento tuvo una duración de cinco meses. Los muestreos de peso y longitud se realizaron cada quince días. El tamaño de las muestras fue de 15 individuos por tratamiento, excepto en el último muestreo donde se pesó y midió el total de individuos. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante un anova de dos factores (tiempo y fondo) frente a la variable longitud y una anova de rangos (Kruskal-Wallis) de dos factores para el peso, considerándose estadísticamente significativo si $p < 0,05$. También se aplicó un anova o t de Student a los distintos patrones de pigmentación encontrados dentro de un mismo tipo de fondo.

RESULTADOS

Se obtuvieron tres tipos de coloración de los individuos: claro, marrón y oscuro, cuya proporción se detalla en la tabla I, así como los resultados finales de los datos biométricos (peso y longitud) y la supervivencia obtenida, para la que no se encontraron diferencias significativas entre los fondos blanco y gris. Sin embargo, la supervivencia del fondo de arena fue significativamente inferior a la de los otros fondos ($p < 0,01$), como se expresa en la tabla I. Las figuras 1 y 2 muestran la evolución de la longitud y el peso, respectivamente.

En la tabla II se exponen los resultados obtenidos en los análisis de la varianza de dos vías realizados sobre las variables peso y longitud, utilizando los factores tiempo y tipo de fondo. Se han encontrado diferencias significativas en los datos biométricos con el transcurso del tiempo; por el contrario, no se han detectado diferencias

Tabla I. Tipos de pigmentación obtenidos según los diferentes fondos.

Tipo de fondo	Tipo de pigmentación	Indiv n.º final	Indiv (%)	Longitud final (cm)	Peso final (g)	Supervivencia (%)
Blanco	Claros	181	78,7	8,00 ± 0,25	7,54 ± 0,70	76,7 ± 2,44
	Marrones	8	17,8	8,25 ± 0,78	8,31 ± 1,60	
	Oscuros	41	3,5	8,90 ± 0,58	9,36 ± 1,74	
Gris	Oscuros	214	100,0	7,75 ± 0,33	6,78 ± 0,58	71,3 ± 2,61
Arena	Claros	122	80,3	8,70 ± 0,37	9,25 ± 1,03	50,7 ± 2,88
	Oscuros	30	19,7	8,40 ± 0,39	9,78 ± 2,01	

significativas en el peso ni en la longitud respecto al tipo de fondo empleado. Tampoco se ha observado interacción entre los distintos fondos y el tiempo transcurrido. Asimismo, no se han encontrado diferencias significativas en talla y peso respecto a la pigmentación de los individuos, tanto en el tanque de fondo blanco (longitud: $F = 0,018$, $p = 0,982$, $GL = 2$; peso: $F = 0,106$, $p = 0,900$, $GL = 2$) como en el arenoso (longitud: $t = -0,125$, $p = 0,901$, $GL = 58$; peso: $t = -0,454$, $p = 0,651$, $GL = 58$). El tanque gris mantuvo la uniformidad de pigmentación inicial.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran una gran heterogeneidad de pigmentación en los ejemplares de los fondos blanco y de arena, no existiendo tal diversidad en el fondo gris. Soares, Engrola y Dinis (2002) también observaron tres

tipos de pigmentación en el cultivo del lenguado senegalés con fondo blanco, considerándolas como normales. A pesar de ello, y al igual que Ruane, Soares y Dinis (2004), no se han encontrado diferencias significativas en el crecimiento de los individuos con respecto a los tipos de fondo. Otros estudios realizados con peces planos mostraron mejores resultados de crecimiento con fondos de red de polietileno (Jeon *et al.*, 1992) y con fondos de tiras de silicona (Ottensen y Strand, 1996). A pesar de esta homogeneidad de la pigmentación en fondo gris, Ruane *et al.* (2005) citan que el cultivo en tanques oscuros actúa en detrimento del bienestar de los peces, debido a los altos niveles de cortisol que alcanzan al sufrir alguna situación de estrés.

La baja supervivencia detectada en el tanque arenoso probablemente esté motivada por una insuficiente limpieza y renovación de la arena, originando condiciones anóxicas (Ellis, Howell y Hughes, 1997) que pudieron dar lugar al debilita-

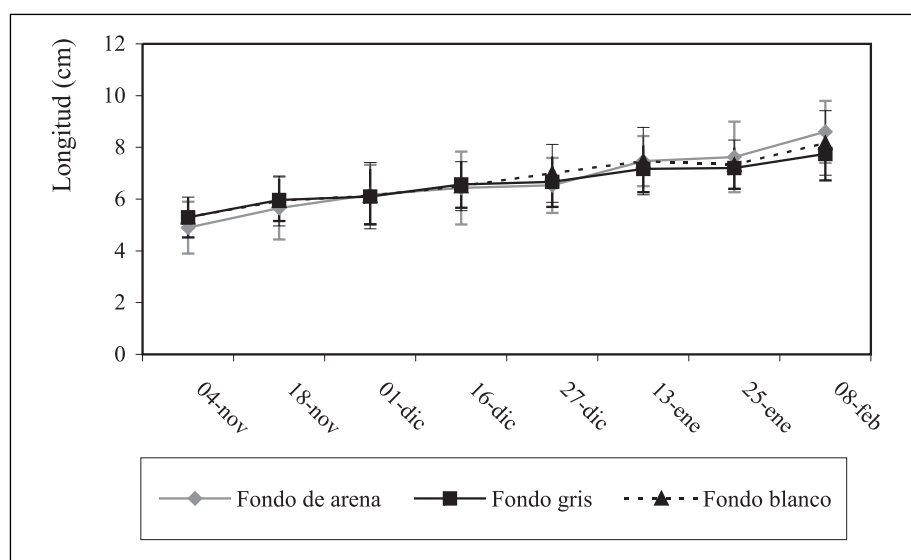


Figura 1. Evolución de la longitud de los individuos a lo largo del experimento.

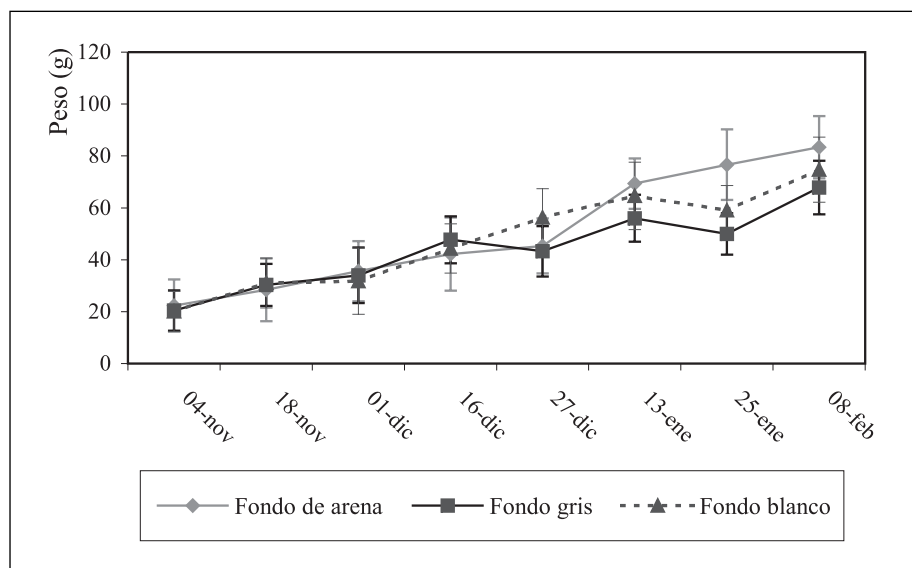


Figura 2. Evolución del peso (g) de los individuos a lo largo del experimento: media \pm error estándar.

miento de los individuos, con la consecuente aparición de patologías. Resultados similares de supervivencia en arena fueron obtenidos por Ottensen y Strand (1996) con fletán atlántico o halibut *Hippoglossus hippoglossus* (L., 1758), los cuales fueron atribuidos a una disminución en la calidad del agua y a la presencia de ácido sulfhídrico por la descomposición de heces y excedentes de pienso.

Tabla II. F de Snédecor, p y H de Kruskal Wallis para los análisis de la varianza de dos vías realizados en el experimento. (ns): no significativo. (**): $p < 0,001$.

Factores	Longitud		Peso
	F	p	H
Tiempo	38,546	<0,001**	165,307**
Fondo	0,748	0,474 ^{ns}	0,620 ^{ns}
Tiempo\fondo	0,612	0,855 ^{ns}	6,102 ^{ns}

En conclusión: no se encontraron diferencias de crecimiento en los distintos tratamientos; la pigmentación se mantuvo homogénea en el tanque de fondo gris; no se observó diferencia significativa en el crecimiento de los ejemplares dependiendo de su pigmentación; el fondo de arena mostró una supervivencia significativamente menor.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio forma parte del proyecto denominado Instalación piloto para el cultivo de

peces planos, desarrollado por el Instituto de Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) y la Empresa Pública de Desarrollo Agrario Pesquero S.A. (EPDAP) en el IFAPA Agua del Pino (Huelva). Estas actividades han sido parcialmente financiadas por los proyectos Diveraqua y Redaqua (Interreg III A: SP5 E36 y SP5. E27/02), y han sido posibles gracias a la beca Tecnología en el cultivo larvario de nuevas especies de peces (resolución del 31 de enero de 2005, IFAPA).

BIBLIOGRAFÍA

- Bolker, J. A. y C. R. Hill. 2000. Pigmentation development in hatchery-reared flatfishes. *Journal of Fish Biology* 56: 1029-1052.
- Dinis, M. T., L. Ribeiro, F. Soares y C. Sarasquete. 1999. A review on the cultivation of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Aquaculture* 126: 27-38.
- Ellis, T., B. R. Howell y R. N. Hughes. 1997. The cryptic responses sole to a natural sand substratum. *Journal Fish Biology* 53: 389-401.
- Healey, E. G. 1999. The skin pattern of young plaice and its rapid modification in response to graded changes in background tint and pattern. *Journal of Fish Biology* 55: 937-972.
- Iwata, N. y K. Kikuchi. 1998. Effects of sandy substrate and light on hypermelanosis of the blind side in culture Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Environmental Biology of Fishes* 52: 291-297.
- Jeon, I. G., K. S. Min, J. M. Lee, K. S. Kim y M. H. Son. 1992. A study on the bottom of floating netcage for olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) culturing. *Bull. Fish. Res. Dev.* 46: 91-108.

- Ottensen, O. H y H. K. Strand. 1996. Growth, development and skin abnormalities of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) juveniles kept on different bottom substrates. *Aquaculture* 146: 17-25.
- Ramachandran, V. S., C. W. Tyler, R. L. Gregory, D. Rogers-Ramachandran, S. Duensing, C. Pillsbury y C. Ramachandran. 1996. Rapid adaptive camouflage in tropical flounders. *Nature* 379: 815-818.
- Ruane, N. M., P. Makridis, P. H. M. Balm y M. T. Dinis. 2005. Skin darkness is related to cortisol, but not MSH, content in post-larval *Solea senegalensis*. *Journal of Fish Biology* 67 (2): 577-581.
- Ruane, N. M., F. Soares y M. T. Dinis. 2004. Background adaptation in *Solea senegalensis*: not just black and white. *European Aquaculture Society Special Publication* 34: 698-699.
- Soares, F., S. Engrola y M. T. Dinis. 2002. Anomalías en la pigmentación de juveniles de lenguado *Solea senegalensis* Kaup, 1858. En: *VIII Congreso nacional de acuicultura: Acuicultura y desarrollo sostenible* (22-25 de mayo, 2001. Santander, Cantabria, España). I. Arnal Atarés, C. Fernández-Pato, C. Martínez-Tapia y C. Mosquera de Arancibia (eds.). *Boletín. Instituto Español de Oceanografía* 18 (1-4): 405-407.